



Taiteen kandidaatin opinnäytteen tiivistelmä

Tekijä Riina Ruus-Prato

Työn nimi Savimassoja puu-uuniin

Laitos Muotoilun laitos

Koulutusohjelma Keramiikka- ja lasitaide

Vuosi 2016

Sivumäärä 38

Kieli Suomi

Tiivistelmä

Opinnäytteeni käsittelee savimassoja, jotka soveltuvat käytettäväksi puu-uunissa. Produktio-osiossa suunnittelin ja valmistin viisi savimassaa, joissa käytin raaka-aineina paikallisia raaka-aineita, kuten suomalaista punasavea ja vuolukiveä. Valmistin massoista koepaloja, jotka sähkö- ja kaasukoepolttojen jälkeen poltin kahdessa eri puu-uunissa. Kirjallisessa osiossa tutkin, mitkä muut tekijät massan lisäksi vaikuttavat lopulliseen puupolttulokseen.

Tavoitteenani oli löytää puupolttoon hyvin soveltuvia massoja, joissa näkyisi liekin ja hiilen jälki mahdollisimman vaihtelevana ja värikylläisenä pintana. Haaveenani on saada oma puu-uuni, joten tutkimus on myös siksi hyvin henkilökohtaisella tavalla kiinnostava itselleni.

Osa valmistamistani massoista ovat käyttökelpoisia sellaisenaan, osa taas vaatii vielä jatkotyöstöä, ennen kuin niiden käyttöä kannattaa jatkaa puupolttoissa.

Avainsanat savimassa, puupoltto, paikalliset raaka-aineet

SAVIMASSOJA PUU-UUNIIN

Riina Ruus-Prato

Kandidaatin opinnäytetyö
Keramiikka- ja lasitaiteen koulutusohjelma
Muotoilun laitos
Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu
Aalto-yliopisto
2016

”Ichi nimo tsuchi. Ni nimo tsuchi. San nimo tsuchi.”

“Tärkeintä on savi. Toiseksi tärkeintä on savi. Kolmanneksi tärkeintä on savi.”

– Japanilaisten keraamikkojen sananlasku

Kiitos

Aslak ja Fede
Cornelius Colliander
Leena Juvonen
Mallu Järkkä
Tomi Pelkonen

SISÄLLYSLUETTELO

1. Johdanto ja tavoitteet	4
2. Savimassojen efektejä	5
2.1. Metallioksidit massassa	6
2.2. Liekki ja uunin ladonta	6
2.3. Polttoatmosfääri	7
2.4. Polttopuiden ominaisuuksia	8
3. Massakokeeni	9
3.1. Punasavimassa	10
3.2. Lentotuhkamassa	11
3.3. Kuusenneulatuhkamassa	12
3.4. Vuolukivimassa	13
3.5. Flogopiittimassa	14
4. Tulokset	15
4.1. Veturiuuni	16
4.2. Pieni kammiouuni	17
4.3. Polttotulokset	18
4.3.1. Punasavimassa	18
4.3.2. Lentotuhkamassa	22
4.3.3. Kuusenneulatuhkamassa	26
4.3.4. Vuolukivimassa	30
4.3.5. Flogopiittimassa	34
5. Johtopäätelmät	37
Lähteet	

1. JOHDANTO JA TAVOITTEET

Ennen opinnäytetyötäni olen osallistunut neljään eri puupolttoon. Minua kiehtoo se, että vaikka massat ja lasitteet olisivat samat, tulokset ovat joka kerta niin erilaisia. Uuni ja ladonta, mutta myös esimerkiksi säätila – sade tai päivänpaiste – vaikuttaa jossain määrin lopputulokseen.

Opinnäytteeni produktio-osiota varten suunnittelin ja valmistin viisi eri massaa, joista tein kolmiulotteisia koepaloja. Tein isompia lieriöitä muovausmuotilla sekä dreijasin pienempiä lieriöitä nähdäkseni, miten massa pitää muotonsa sekä miten liekinjälki ja tuhka näkyvät poltetuissa esineissä. Koska myös esineiden ladontatapa ja -paikka vaikuttaa polttoon, oli tärkeää saada mahdollisimman monta koepalaa eri puolille uunia. Näin sain myös paremman kuvan siitä, millainen massan todellinen luonne oikeasti on ja millaisia yksityiskohtia ja variaatioita massa on mahdollista saada puupoltosta.

Olen kiinnostunut puupoltosta prosessina ja tutkimus on minulle henkilökohtaisesti hyvin mielenkiintoinen. Haaveenani on joskus saada oma puu-uuni, joten tutkimus on myös siksi itselleni tärkeä. Jatkoa ajatellen tiedän, millaisia massoja kannattaa tai ei kannata polttaa puu-uunissa ja mitä vaihtoehtoja on olemassa.

Opinnäytteeni kirjallisessa osiossa tutkin, mitkä muut tekijät massan lisäksi mahdollisesti vaikuttavat polttotulokseen ja miksi. Polttopuiksi soveltuvia puita on monia eri lajeja, joten on tärkeä tiedostaa puulajien eroavaisuudet. On myös tärkeää olla perillä siitä, mitkä tekijät vaikuttavat uunin polttoatmosfääriin polton aikana. Onnistuneeseen pelkistykseen vaikuttavat erilaiset tekijät, jotka on tärkeä tietää koko polton onnistumisen takaamiseksi. Vasta kun ymmärtää puu-uunin toimintaperiaatteen, voi onnistunutta polttoa tavoitella tietoisesti myös seuraavalla kerralla. Mahdollisten virheiden sattuesssa on tärkeä tietää miksi niin kävi, jotta niitä voi pyrkiä välttämään. Teoriatieto auttaa ymmärtämään tulkittaessa lopputuloksia.

Tavoitteenani oli löytää puupolttoon hyvin soveltuvia massoja, joissa näkyisi liekin ja hiilen jälki mahdollisimman vaihtelevana ja värikylläisenä pintana. Mielestäni hyvä puupolttoon soveltuva massa on sellainen, joka reagoi hyvin tuhkan kanssa ja toimii näin myös ilman lasitetta.

Halusin massojen olevan tarpeeksi plastisia, jotta ne soveltuisivat erityisesti käsinrakentamiseen ja dreijaamiseen.

Näin ollen pyrin massakokeissani varmistamaan, että resepti sisältää tarpeeksi plastisia raakaaineita. Jatkoa ajatellen varsinkin käsinrakennuksen mahdollisuus on minulle hyvin tärkeä ominaisuus.

Massojen tulee kestää 1300–1340 °C sulamatta ja halkeamatta.

2. SAVIMASSOJEN EFEKTEJÄ

Savimassoihin on mahdollista saada hyvin kauniita ja mielenkiintoisia efektejä ja kuvioita. Esittelen keraamikkoja, jotka ovat mielestäni onnistuneet tässä erityisen hyvin. Jotta efektejä voi pyrkiä toistamaan on tiedettävä mitkä tekijät vaikuttavat efektien muodostumiseen.

Simon Levinin valmistaa massansa itse ja käsittelee niitä pääasiassa savilietteillä. Kuvat 1-3 havainnollistavat miten Levin on saanut todella värikkaita ja mielenkiintoisia tuloksia ilman lasitteita ja tämä inspiroi myös minua. Levin lataa uuninsa niin, että esineet koskevat toisiinsa. Esineiden väliin tulee wadding-pallot¹, joiden jälkiä ei ole tarkoituskaan peitellä, vaan wadding-palloista jäävä kuvio on osa esineen koristusta. Mielestäni wadding-pallokoristelu on hyvin innovatiivinen, sillä usein wadding-pallojen jättämiä jälkiä peitellään ja niitä pidetään melkein virheinä. Levin taas nostaa ne esille positiivisella tavalla.

Jack Troy käyttää töissään jonkin verran lasitteita, mutta jättää töihinsä myös paljasta massapintaa. On mielenkiintoista, miten lasitettu ja lasittamaton pinta yhtyvät hyvin häilyvällä tavalla kuten kuvista 4-6 huomaa. Tämä tekee koko pinnasta yhtenäisen eikä lasite rajaa esinettä.



Kuva 1. Levin, Simon. Celestial bowl



Kuva 2. Levin, Simon. Postcard Bowls



Kuva 3. Levin, Simon. Cheerio Halo



Kuva 4. Troy, Jack. Porcelain Teabowl



Kuva 5. Troy, Jack.



Kuva 6. Troy, Jack 2012. Stoneware Jar

¹ Wadding-pallo estää esineitä puupoltossa tarttumasta kiinni toisiinsa ja uunilevyihin. Polton aikana tuhka lasittaa esineitä ja ilman wadding-palloja esineet saattavat liimautua kiinni koskettamaansa pintaan.

2.1. METALLIOKSIDIT MASSASSA

Massaan saadaan syntymään toivottuja efektejä, kun se sisältää oikeita raaka-aineita oikeissa suhteissa. Reagoidakseen puupoltossa syntyvien alkaleiden kanssa massan pitää sisältää ainakin jonkin verran metallioksidea. Välttämättä ainoastaan esimerkiksi rautaa lisäämällä ei kuitenkaan saavuteta toivottua tulosta, sillä massassa on oltava myös tarpeeksi oikeanlaisia sulattajia, jotta se reagoisi toivotulla tavalla. Tästä syystä suuria määriä alumiinioksidia, vähän rautaa ja vähän sulattajia sisältävät posliinit reagoivat yleensä huonosti puupoltossa, sillä massa on liian tulenkestävää. Nämä hyvin tulenkestävät massat saattavat silti reagoida vapaiden hiiliatomien kanssa oikein hyvin. (Troy 1995. 116.)

Troyn mukaan polttoatmosfääri saattaa ainakin hetkellisesti hieman muuttua, jos uunitilaan pääsee syntymään savua polton aikana (katso kappale 2.3.). Nämä hienovaraiset atmosfääriset muutokset ovat nähtävissä varsinkin koostumukseltaan hienoissa ja rautapitoisissa massoissa ruskeiden, violettien ja punaisten ja jopa mustien, vihreiden sekä harmaiden eri sävyinä. (Troy 1995. 115-116.) Kun savun sisältämät vapaat hiiliatomit häiritsevät hiilidioksidin toimintaa (Lou 1998. 28-29), hiili tarttuu esineen pintaan. Troy kirjoittaa hiilen tarttuvan esineen pintaan aikaisessa pelkistysvaiheessa (Troy 1995. 117).

2.2. LIEKKI JA UUNIN LADONTA

Puupolttoon liittyy väistämättömästi tulen liekki, joka mielestäni yhdessä uunitilaan lentävän tuhkan kanssa tekee juuri puupoltosta niin ainutlaatuisen ja mielenkiintoisen. Liekki kulkee tulipesästä piippua kohden ja tapahtuu, jolla se suurin piirtein uunissa kiertää, voidaan vaikuttaa uunin ladonnalla. Liekin suuntaa voi ennakoida jonkin verran ja esineet voi asetella niin, että tietty kohta esineestä saa paljon liekin jälkeä. Tiukka ladonta pakottaa liekin haluttuun suuntaan ja isommat välit mahdollistavat liekin pyörimisen. Toisaalta liian tiukka ladonta saattaa estää liekin etenemistä ja tuottaa näin epätasaisen lämpötilan koko uuniin. Liian löyhässä ladonnassa taas lämpötila saattaa ailahtella voimakkaasti. Tasaisesti ladotussa uunissa esineet imevät itseensä lämpöä ja auttavat näin pitämään lämpötilan tasaisena. (Troy 1995. 128-130.) Lämpö nousee ylöspäin ja tästä syystä uunin alaosa saattaa jäädä hieman viileämmäksi.

Liekin kulkiessa läpi uunin se osuu esineisiin ja jättää niihin jälkensä. Troyn mukaan liekin jäljen jättämä efekti vaihtelee hyvin vahvoista hyvin hentoihin kuvioihin. Värialue, jonka liekki luo, voi olla teräväreunainen tai epämääräisempi alue. Hennot värialueet muodostuvat, kun savimassa reagoi tulen muodostaman natriumin tai muiden alkalien kanssa. Jotta savimassa voi reagoida eri alkalien kanssa, sen on sisällettävä rautaa, kvartsia tai joitain muita metallioksidea. Tavallisimpia värejä ovat hennoista keltaisen ja vaaleanpunaisen sävyistä räväköihin oransseihin ja punaisiin ja joskus jopa violetin mustaan. (Troy 1995. 115.)

Liekin kulun nopeus vaikuttaa siihen, miten voimakkaasti puutuhkan sisältämät alkalit reagoivat massan oksidien kanssa. Voimakasta reagointia tapahtuu usein wadding-pallojen ympärillä tai siellä, missä esineet koskettavat toisiinsa, sillä liekki on pakotettu kiertämään ne

kohdat. Uunia ladottaessa on hyvä pitää mielessä, että lähimpänä tulipesää esineet keräävät eniten tuhkaa. Tässä kohtaa uunia lämpötila saavuttaa kuumimman pisteensä ja jopa hyvin tulenkestävät massat saattavat haljeta polton venyessä liian pitkäksi. (Troy 1995. 126-128.)

2.3. POLTTOATMOSFÄÄRI

Sähköuunin atmosfääriä pidetään usein hapettavana, vaikka todellisuudessa atmosfääri on neutraali. Hapettavan atmosfäärin tarvitsevat esineet eivät yleensä kuitenkaan tarvitse lisähapetta, vaan niille riittää neutraali atmosfääri. Sähköuunissa polton alkupuolella atmosfääri saattaa olla jopa hieman pelkistävä orgaanisen materiaalin palaessa pois. (Lou 1998. 32)

Puu-uunin atmosfäärin säätäminen saattaa olla haastavaa. Sen polttoatmosfääriä ei voida säätää täydellisen tarkasti ja usein atmosfääri on joka poltossa hieman erilainen. Lou kirjoittaa, että vaikka kaasu ja puu ovat fyysisesti hyvin erilaisia palaessaan, ne käyvät läpi samankaltaiset vaiheet ja tämä tekee niistä kemiallisesti melko samankaltaiset. Kumminkin tarvitsevat hapetta palaakseen. Sekä kaasu että puu sisältävät palamisessa merkittäviä ainesosia; hiiltä, vetyä ja rikkiä. (Lou 1998. 28.)

Kaasu- ja puu-uunit ovat siis atmosfääriltään melko samankaltaiset. Puu-uuni kuitenkin eroaa kaasu-uunista siinä, että puun tuhka pääsee kosketuksiin esineiden kanssa. Puu-uunissa liekki valtaa koko uunikammion, mikä on nähtävissä poltetuista esineissä. Kaasu-uunissa liekki taas ei kasva niin suureksi eikä tuli liiku samalla tavoin uunin sisällä. Tichane kirjoittaa, että puu-uunissa on polton aikana monia eri kaasuja kuten typpeä ja hapetta ilmasta, hiilidioksidia ja vettä palamisreaktion tuloksena sekä häkää ja vetyä epätäydellisen palamisen tuloksena. Atmosfääri ei koskaan ole täysin tasalaatuinen, sillä vaikka kaasujen pitäisikin teoriassa sekoittua täydellisesti, näin ei todellisuudessa käy. Hidas poltto edesauttaa kaasujen sekoittumista, mutta ei välttämättä takaa sitä. Kaasujen sekoittuminen on toivottavaa, sillä esimerkiksi pelkistymisreaktion onnistuminen edellyttää sitä, että kaasut uunissa sekoittuvat mahdollisimman tasaisesti. (Tichane 1990. 136-138.)

Loun mukaan paras pelkistys tapahtuu silloin, kun uuni ei savuta, vaan tuottaa ainoastaan häkää. Savua pyritään välttämään, sillä se tarkoittaa sitä, että puu ei saa palaessaan tarpeeksi hapetta ja tuottaa silloin vapaita hiiliatomeja. Vapaat hiiliatomit häiritsevät hiilidioksidin toimintaa massoissa ja lasitteissa. Jos näkyvää savua ilmenee sen seurauksena, että polttopuuta lisätään liikaa tai vähentämällä ilman saantia, atmosfäärinen pelkistys itseasiassa heikkenee. (Lou 1998. 28-29.)

Pelkistävä atmosfääri kuitenkin saavutetaan lisäämällä polttopuuta tai vähentämällä hapen saantia. Kummassakin tapauksessa alkaa muodostua häkää. Häkä pyrkii uunin sisällä muuttumaan hiilidioksidiksi yhtymällä happiatomiin. Koska uunin atmosfäärissä ei pelkistyshetkellä ole hapetta, häkä etsii hapetta massojen ja lasitteiden oksideista. Reagoimalla tämän hapen kanssa häkä saa tarvitsemansa happiatomin ja se muuttuu hiilidioksidiksi. Kun massojen ja lasitteiden värjäävät osat menettävät hapetta, ne pelkistyvät. Massapelkistys tapahtuu 900-1100 °C:ssa. (Lou 1998. 28-29.)

2.4. POLTTOPUIDEN OMINAISUUKSIA

Ei ole olemassa yhtä oikeaa polttopuuta, vaan vaihtoehtoja on monia. On kuitenkin tiedostettava eri puulajien eroavaisuudet. Troyn mukaan kuiva puu on energiatehokkainta, sillä noin kolmasosa puun palamisenergiasta kuluu veden höyrystymiseen. Energiatehokkain polttopuu on yleisesti ottaen kahdesta kolmeen vuoteen kuivunut tiheäsyinen puu, mutta puupoltossa hiukan huokoisempi ja nopeammin palava polttopuu toimii hyvin. Pihkapuut on todettu erittäin hyviksi puupooltossa. Kosteaa puu vapauttaa kuitenkin enemmän vesihöyryjä ja alkaleja kuin kuiva puu. Vaikuttaisi siltä, että poltettujen esineiden värit ovat voimakkaampia ja kylläisempiä, kun poltetaan mahdollisimman paljon erilaista puuta, niin kuivaa, kuin kosteaa, puun kuorta kuin sydänpuuta sekaisin. (Troy 1995. 35.)

On hyvä huomioida, että vaikka eri puulajeilla on isoja eroja toistensa kanssa, on myös merkittävää mitä puun osia käyttää poltossa. Troy oli oppilaidensa kanssa kokeillut käyttää vain tammen kuoretonta sydänpuuta. Tulokset olivat hyvin värittömiä ja mustan harmaita, kun taas muissa poltoissa samat massat ja lasitteet olivat olleet paljon värikkäämpiä ja kylläisempiä. Tutkimuksista selvisi, että puun kuoren ja sydänpuun välinen alue sisältää eniten mineraaleja, jotka ilmeisesti ovat vaikuttaneet suuresti värimaailmaan. (Troy 1995. 40-41.)

Puun palamisessa muodostuva puutuhka sisältää hyvin samankaltaisia raaka-aineita kuin suuri osa lasitteista. Kusakabe ja Lancet kirjoittavat puutuhkan sisältävän sulattajista kalsiumia, kaliumia, soodaa sekä mangaania ja lasin muodostajista kvartsia. Puutuhka sisältää myös värinmuodostajia, kuten rautaa ja magnesiumia. (2005. 142.) Rogersin mukaan joissain kasveissa rautaa voi olla jopa 15 %, mutta puussa lukemat ovat yleensä 0,5 % ja 2,5 % välillä.

Mangaanin suhteen lukemat ovat hämmästyttävän erilaisia. Männyssä mangaania voi esiintyä jopa 22,96 %, kun taas tammessa vain 0,2 %. On kuitenkin pidettävä mielessä, että kemialliset analyysit ovat vain suuntaa antavia, sillä jokainen puu on erilainen ja oma yksilönsä. Puun ikä sekä kasvupaikka vaikuttavat myös suuresti puutuhkan kemialliseen analyysiin. Tämä onkin hyvä pitää mielessä esimerkiksi amerikkalaisia tutkimuksia lukiessa, koska myös se, millä leveyspiirillä puu on kasvanut, vaikuttaa tuhkan kemialliseen analyysiin. (1991. 29.) Kusakabe ja Lancet kirjoittavat mäntytuhkan tuottavan yleensä vihreitä värejä, poppelituhkan sinisiä ja valkoisia ja eukalyptuksen tuhkasta saadaan keltaisia ja jopa limenvihreitä värejä (2005. 142).

3. MASSAKOKEENI

Ennen opinnäytetyötäni minulla oli kokemusta ainoastaan keramiikka- ja lasitaiteen laitoksen valmiista vaaleasta korkean polton massasta puupoltossa. Massa näytti kaikissa poltoissa lasitteen kanssa oikein hyvältä, mutta ilman lasitetta massa oli mielestäni hieman mitäänsanomaton. Siinä olisi voinut olla jotain paljon enemmän.

Halusin lähteä tutkimaan, millaisia tuloksia saan aikaiseksi, jos lisään vaaleaan puupolttomassaan uusia raaka-aineita. Käytin kaikkien massojen pohjana samaa reseptiä, jota on käytetty aikaisemminkin puupolttomassana keramiikka- ja lasitaiteen laitoksen järjestämissä puupoltoissa ja se on todettu hyvin kestäväksi puupoltossa (Pelkonen 2015).

Korkean polton valmi smassa

Kaoliini Standard Porcelain	40%
Pallosavi Hyplas 64	20%
Maasälpä FFF K7	20%
Kvartsi FFQ	20%

Koska olen kiinnostunut paikallisista raaka-aineista, tuntui luontevalta valita massoihini suomalainen punasavi, lentotuhka², kuusenneulatuhka, vuolukivi ja flogopiitti, tuttavallisemmalta nimeltään katinkulta. Omien reseptieni valmistusta varten käytin apuna Insight-ohjelmaa. Insight on tietokoneohjelma, jolla voidaan laskea massa- ja lasite- reseptejä ja verrata reseptien kemiallisia analyysejä toistensa kanssa. Insightin avulla pystyin esimerkiksi vertailemaan alkuperäisen massan ja oman massani sulattajien määrää.

2 Lentotuhkaksi kutsutaan sitä tuhkaa, joka lentää puupolton aikana tulipesässä palavista polttopuista uunitilaan. Lentotuhkan voi kerätä talteen polton jälkeen.

3.1. PUNASAVIMASSA

Punasaven uskoin tuovan tummuutta koko massaan. Punasaven sisältämä rautaoksidi muodostaa neutraalissa poltossa ruskeita sävyjä, mutta muuttuu pelkistyessään sinivihreäksi tai mustaksi (Jylhä-Vuorio 2003. 157). Puupoltossa uskoin saavani sinertävän harmaita ja ruskeita sävyjä punasavimassasta.

Punasavessa itsessään on melko paljon sulattajia (Jylhä-Vuorio 2003. s.28), ja jottei massan kestävyys olisi heikentynyt, jätin maasälvän kokonaan pois. Koska kvartsi vahvistaa massaa (Jylhä-Vuorio 2003. 52), pienensin pallosaven määrää hieman saadakseni nostettua kvartsin määrää. Näin punasavimassa näytti Insight-ohjelmassa jopa kestävämmältä kuin alkuperäinen massa. Karkea ja hieman hiekkapitoinen Tiilerin punasavijauhe sekoitettiin ensin veteen ja siivilöitiin (siivilän mesh-luku 30) isoimmista rakeista. Punasavi siivilöitiin märkänä jotta saataisiin minimoitua pölyvaara. Valmista massaa oli mukava käsitellä; se oli hyvin plastista, mutta kuitenkin vahvan tuntuista. Vaikka massassa olikin rakeita punasavesta, ne eivät tuntuneet kovilta massaa käsiteltäessä.

Punasavi massa		Punasaven kemiallinen analyysi	
Kaoliini Standard Porcelain	40%	CaO	1,6%
Pallosavi Hyplas 64	15%	MgO	3,5%
Kvartsi FFQ	30%	K ₂ O	4,5%
Punasavijauhe Tiileri	15%	Na ₂ O	2,1%
		Al ₂ O ₃	18%
		SiO ₂	52,9%
		Fe ₂ O ₃	9,6%

3.2. LENTOTUHKAMASSA

Luettuani kirjallisuutta tuhkasta se alkoi kiinnostaa minua raaka-aineena, joten toiseksi massan raaka-aineekseni valitsin lentotuhkan. Minulla oli jo jonkinlaista kokemusta siitä, miten tuhka käyttäytyy esineen pinnalla puupoltossa, mutta ei minkäänlaista kokemusta siitä, mitä tapahtuu, jos tuhkaa sekoitetaan savimassaan. Erityisesti se, miten vahvana sulattajana tuhka toimii, kiinnosti minua. Käyttämässäni lentotuhkassa on todennäköisesti mäntyä ja kuusta sekä mahdollisesti muidenkin puiden tuhkia. Se on kerätty Porvoon puu-uunista erään puupolton jälkeen (Pelkonen 2016). Ajattelin, että tuhka saattaisi tuoda massaan jopa vihertäviä sävyjä, niin kuin se lasitteissa usein tekee.

Lentotuhkamassa		Mäntytuhkan kemiallinen analyysi	
Kaoliini Standard Porcelain	45%	CaO	2,6%
Pallosavi Hyplas 64	15%	MgO	43,1%
Kvartsi FFQ	35%	Al ₂ O ₃	2,2%
Lentotuhka	5%	SiO ₂	46%
		Fe ₂ O ₃	6%

Lisäsin Insight-ohjelmaan Airi Hortlingin ”Kiinalainen Chun ja häränverilasite”-materiaalitutkimuksessa ilmenevän mäntytuhkan kemiallisen analyysin. Koska eri puiden tuhilla voi olla suuriakin eroavaisuuksia kasvupaikan, puun iän ja muiden tekijöiden vaikutuksesta (Hortling 2008. 5), voi kemiallinen analyysi sovellettaessa muiden puiden tuhkiin antaa vain suuntaa.

Ensin punnitsin tuhkan ja sitten pesin³ sen kaksi kertaa. Tuhka likosi ensimmäisessä pesussa 17 tuntia, minkä jälkeen kaadoin veden pois siivilän läpi. Toistin prosessin; toisen pesun aikana tuhka likosi viisi tuntia.

Insight-ohjelmassa massa näytti sisältävän hyvin paljon sulattajia. Jätin tästäkin reseptistä maasälvän pois, koska pelkäsin siinä olevan muuten liikaa sulattajia. Lentotuhkamassassa oli sulattajia jo paljon enemmän kuin alkuperäisessä reseptissä, vaikka toisaalta kvartsin määrä oli paljon suurempi. Valmistin massaa pienen kahden kilon koe-erän.

Jotta sain massan sekoitettua, piti massaan lisätä hyvin paljon vettä. Kuivatin massan kipsipöydällä jossa se kuivui hyvin nopeasti, noin kolmessa tunnissa.

3 Tuhka pestään siten, että se asetetaan astiaan ja päälle kaadetaan ainakin kaksinkertainen määrä vettä. Phil Rogersin (1995. 37-38) mukaan ensimmäisessä pesussa vettä on hyvä olla reilusti, jottei veteen pääse kertymään liikaa vesiliukoisia alkaleja. Varsinkin tammen tuhkan kanssa on oltava tarkkana, sillä jos veteen kertyy liikaa alkaleja, tuhka ei laskeudu pohjaan ja vettä on hankala enää erotella tuhkasta. Tuhka sekoitetaan veteen ja annetaan liota esimerkiksi yön yli. Kun tuhka on lionnut tarpeeksi pitkään, se sekoitetaan vielä kerran ja sen annetaan laskeutua pohjaan. Päälle jäävä vesi kaadetaan varovasti pois. Pesun voi toistaa tai jos yksi pesu riittää, tuhkan voi kuivata. Rogers kuivattaa tuhkan ulkona raakapoltetuissa kulhoissa (Rogers 1995. 40). Tuhkan pesun jälkeen massaa on miellyttävämpi käsitellä, koska vesiliukoisista emäksisistä sulattajista on päästy eroon (Pelkonen 2016).

Dreijatessa massa tuntui melko epäplastiselta. Osa massasta liukeni veden mukana pois, käytin sen uudestaan kuivatuksen jälkeen. Esineiden pinnalle jäi tummempia raitoja, ikään kuin tuhkaa olisi paikoittain enemmän. Tämä ei kuitenkaan näy poltettujen esineiden pinnassa. Dreijauksen jälkeen huomasin, että käsiäni kirveli hieman ja ne olivat hieman punaiset. Massa oli ilmeisesti vielä melko emäksinen (Pelkonen 2016).

3.3. KUUSENNEULATUHKAMASSA

Valitsin kolmanneksi raaka-aineeksi kuusenneulatuhkan. Aluksi ajattelin käyttää polttamattomia neulasia, mutta minua alkoi arveluttaa kuusenneulamassan dreijaus, joten mukavuudenhaluisena päätin ensin polttaa neulasen. Rogers kirjoittaa, että havupuun neulasiin kertyy erityisen suuri määrä kalsiumia (1991. 20). Ajattelin, että on mielenkiintoista verrata kuusenneulatuhkamassaa lentotuhkamassaan ja konkreettisesti nähdä, millä tavoin tuhkat eroavat sulattajina.

Kuusenneulatuhkamassa

Kaoliini Standard Porcelain	45%
Pallosavi Hyplas 64	15%
Kvartsi FFQ	35%
Kuusenneulatuhka	5%

Kuusenneulamassan valmistin samalla reseptillä kuin lentotuhkamassankin. Käytin myös samaa kemiallista analyysiä. Keräsin kuusenneulasen kuivasta keravalaisesta kuusesta. Poltin neulasen takassa metallipurkeissa. Kun neulasen olivat palaneet, laitoin ne tehosekoittimeen. Osa tuhkasta murskaantui täysin, mutta myös suurempia neulasia jäi tuhkan sekaan. Pesin tuhkan kerran ja se likosi 24 tuntia. Valmistin massan samalla tavalla kuin lentotuhkamassankin.

Kuusenneulamassa tuntui hieman plastisemmalta kuin lentotuhkamassa. Tämä on hieman hämmästyttävää, sillä niin lentotuhkamassassa kuin kuusenneulatuhkamassassakin on saman verran plastisuuteen vaikuttavaa pallosavea. Kuusenneulatuhkamassa liukeni jonkin verran veteen, muttei yhtä paljon kuin lentotuhkamassa. Mahdollisesti tämä vaikutti plastisuuden tunteeseen.

3.4. VUOLUKIVIMASSA

Pelkoinen (2016) kertoi opiskeluaikoinaan tehneensä tutkimuksen vuolukiven käytöstä keramiikassa. Hän kertoi tuloksien olleen mielenkiintoisia, mutta periaatteessa kestävin massa saavutettiin silloin, kun vuolukiveä oli mahdollisimman vähän. Vuolukivijauhetta tulee vuolukiven louhimisen sivutuotantona. Vuolukivijauheelle ei ole vielä teollista käyttöä ja olisikin hienoa, jos vuolukiveä pystyisi hyödyntämään keramiikan raaka-aineena. Kiinnostuin oitis ja neljänneksi raaka-aineeksi valitsinkin vuolukiven. Kuvittelin vuolukiven värjäävän massaa vaalean harmaaksi ja mahdollisesti muodostavan jopa vuolukivelle tyypillisiä raitoja tai kuvioita esineiden pintaan.

Vuoluki vi massa		Kokei l u l l i n e n vuol u k i v i m a s s a 1	
Kaoliini Standard Porcelain	40%	Kaoliini Standard Porcelain	40%
Pallosavi Hyplas 64	15%	Pallosavi Hyplas 64	20%
Maasälpä FFF K7	10%	Kvartsi FFQ	30%
Kvartsi FFQ	25%	Vuolukivi	10%
Vuolukivi	10%		
Kokei l u l l i n e n vuol u k i v i m a s s a 2		Vuol u k i v e n k e m i a l l i n e n a n a l y y s i	
Kaoliini Standard Porcelain	35%	CaO	2,6%
Pallosavi Hyplas 64	20%	MgO	43,1%
Kvartsi FFQ	35%	Al ₂ O ₃	2,2%
Vuolukivi	10%	SiO ₂	46%
		Fe ₂ O ₃	6%

Suunnittelin ja valmistin vuolukivimassan porakoneella sekoittaen ja kuivatin märän massan kipsilevyllä. Massaa oli helppo dreijata ja se tuntui jopa plastisemmalta kuin punasavimassa, vaikka saven määrä oli pienempi.

3.5. FLOGOPIITTIMASSA

Flogopiittijauhe, tuttavallisemmalta nimeltään katinkulta eli kivikimalle kiinnosti minua värinsä puolesta. Flogopiitti-jauhe oli hieman kullanhohtoista, vaaleanpunertavan ruskeaa. Toivoin kullan hohdon näkyvän jotenkin massassa, ja tämä toive toteutuikin (katso luku 5).

Flogopiitti 1-massa		Flogopiitti 2-massa	
Kaoliini Standard Porcelain	35%	Kaoliini Standard Porcelain	30%
Pallosavi Hyplas 64	20%	Pallosavi Hyplas 64	20%
Maasälpä FFF K7	5%	Kvartsi FFQ	40%
Kvartsi FFQ	30%	Flogopiitti	10%
Flogopiitti	10%		

Flogopiitti 3-massa		Flogopiitin kemiallinen analyysi	
Kaoliini Standard Porcelain	30%	MgO	19%
Pallosavi Hyplas 64	20%	K ₂ O	17,3%
Kvartsi FFQ	40%	F	1,4%
Flogopiitti	10%	Al ₂ O ₃	20,2%
		SiO ₂	42,1%

Suunnittelin ja valmistin flogopiitti 1-massan. Sähkö- ja kaasuuuneissa se näytti olevan tarpeeksi kestävä kestääkseen puu-uunin lämpötilan, mutta ensimmäisen puu-uunipolton jälkeen se oli isommissa muovatuissa kartioissa menettänyt muotoaan.

Valmistin flogopiitti 2-massan, jonka olisi pitänyt olla vahvempi kuin flogopiitti 1-massan. Koepoltoissa myös flogopiitti 2-massan pinta näytti kuitenkin edelleen hieman liian kiiltävältä ja näin vihjasi siitä, että se ei välttämättä ole vieläkaan tarpeeksi kestävä. Valmistin flogopiitti 3-massan, johon olin paljon tyytyväisempi, sillä koepolton jälkeen se näytti kestävältä. Toiseen puupolttoon muovasin kuitenkin kartioista liian ohuita ja tästä johtuen myös toisen puupolton muovatut koepalat menettivät muotoaan jopa enemmän kuin ensimmäisessä puupoltossa. Toisaalta myös vuolukivimassasta muovatut koepalat menettivät muotoaan, koska nekin oli muovattu ohuemmiksi kuin ensimmäisen puupolton koepalat.

4. TULOKSET

Ennen puupolttoja testasin massat kaasu- ja sähköuuneissa. Kaasu-uunissa lämpötila on ollut melko vaihteleva, mutta lämpötila on yltänyt ainakin 1305 °C:een koko uunissa, sillä Ortonin 10-keilat olivat kaatuneet. Keilat 11 ja 12 olivat taipuneet hieman vain uunin alaosaan, mikä tarkoittaa sitä, että uunin alaosaan, jossa koepalani olivat, lämpötila on ollut noin 1320-1330 °C. Kaasupoltto kesti 8 tuntia. Sähköuunissa Ortonin 12-keila oli kaatunut tarkoittaen sitä, että lämpötila oli ylittänyt ainakin 1335 °C. Sähköpoltto kesti 9-10 tuntia. (Jylhä-Vuorio 2003. 185.) Punasavi-, lentotuhka- ja kuusenneulatuhka- ja vuolukivimassat kestivät koepoltot erinomaisesti. Flogopiitti 1-massa oli kestänyt kaasupoltton melko hyvin, mutta sähköpoltton jäljiltä massan pinta oli kiiltävä ja siihen oli muodostunut pieniä kuplia liian voimakkaasta sintraantumisen⁴. Paljas massa näytti melkein siltä kuin se olisi ohuesti lasitettu. Jylhä-Vuorio kirjoittaa, että pelkistävässä poltossa massa kestää 30-50 °C korkeampia lämpötiloja (Jylhä-Vuorio 2003. 189). Ennen ensimmäistä puupolttoa en tehnyt muutoksia massalle vaan halusin nähdä flogopiitti 1-massan polttotuloksen puu-uunissa.

Oli mielenkiintoista selvittää konkreettisin kokein, mikä tekee massasta kestävä, kuinka suuri merkitys on esimerkiksi viiden prosentin eroilla raaka-aineissa ja miten tämä vaikuttaa lopputulokseen. Flogopiitti 1-massasta poistin maasälvän ja vaihtelin kvartsin sekä pallosaven määrää. Poltettuna massan pinta ei enää kiiltänyt yhtä paljon ja sen väri muuttui hieman tummemmaksi, vaikkakin muuttanut itse flogopiitin määrää. Kokeilin myös muuttaa vuolukivimassaa hieman, jotta näkisin muuttuuko sen ulkonäkö merkittävästi pienillä muutoksilla (katso ”Kokeilullinen vuolukivimassa 1 ja -2”). Poistamalla vuolukivimassasta maasälvän ja muuttamalla kvartsin ja kaoliinin määrää poltetusta massasta tuli paljon ruskeampi ja vuolukivipisteet tummuivat. En pitänyt uusista massoista niiden tummuuden vuoksi, joten uudet massat jäivät vain kokeiluksi ja käytin puupolttoissa ainoastaan Vuolukivimassaa.

Varsinaisessa puupolttokokeessa koepalani pääsivät Leena Juvosen veturiuuniin ja Cornelius Collianderin pieneen kammiouuniin. Sekä Juvonen että Colliander esilämmittävät uunejaan yön yli. Juvonen esilämmittää grillihiilillä kun taas Colliander käyttää kaasua. Esilämmitys mahdollistaa sen, että uunia pääsee polttamaan melko nopeasti jo heti polton alussa, sillä esineet ovat kuivia eikä tarvitse pelätä höyryn rikkovan esineitä. Itse en ollut mukana polttamassa uuneja.

Flogopiitti 1-massasta tehdyt pienet koepalat olivat kestäneet ensimmäisen puupoltton hyvin, ne eivät olleet menettäneet muotoaan ja pinta oli kiiltävä ainoastaan tuhka- ja isommissa koepaloissa flogopiitti 1-massa oli kuitenkin menettänyt muotoaan. Muotonsa menettäneet koepalat

4 Korkeassa poltossa on toivottavaa, että massa sintraantuu eli tiivistyy. Jos massa kuitenkin poltetaan liian korkeassa lämpötilassa se voi sintraantua liikaa ja näin alkaa sulaa ja menettää muotoaan. Liian voimakas sintraantuminen tunnistetaan usein siitä, että massan pinta alkaa kuplia. Voimakkaan sintraantumisen jatkuessa massa menettää lopulta muotonsa ja vajoaa täysin. (Jylhä-Vuorio 2003. 188-189.)

olivat saaneet runsaasti tuhkaa pintaansa puupoltossa.

Ensimmäisen puupolton jälkeen tein flogopiittimassalle pieniä muutoksia, jotta saisin massasta kestävämmän.

4.1. VETURIUUNI

Kuvassa 7 näkyy Leena Juvosen veturiuuni. Puupoltto kesti 19,5 tuntia. Polttopuina oli mäntyä ja kuusta. Uunin korkein lämpötila oli melko tasainen koko uunissa, noin 1315 °C. Ainoastaan uunin alaosassa oli hieman kylmempi lämpötila, mikä näkyy myös esineistä. Pelkistystä pidettiin yllä myös uunin jäähtyessä noin 900 °C:seen, kuten kuvasta 9 voi nähdä. Jälkipelkistyksessä pellit olivat kiinni ja Juvonen piti hyvin pientä tulta yllä tulipesässä, jotta se polttaisi hapen pois uunista. (Juvonen 2016.)



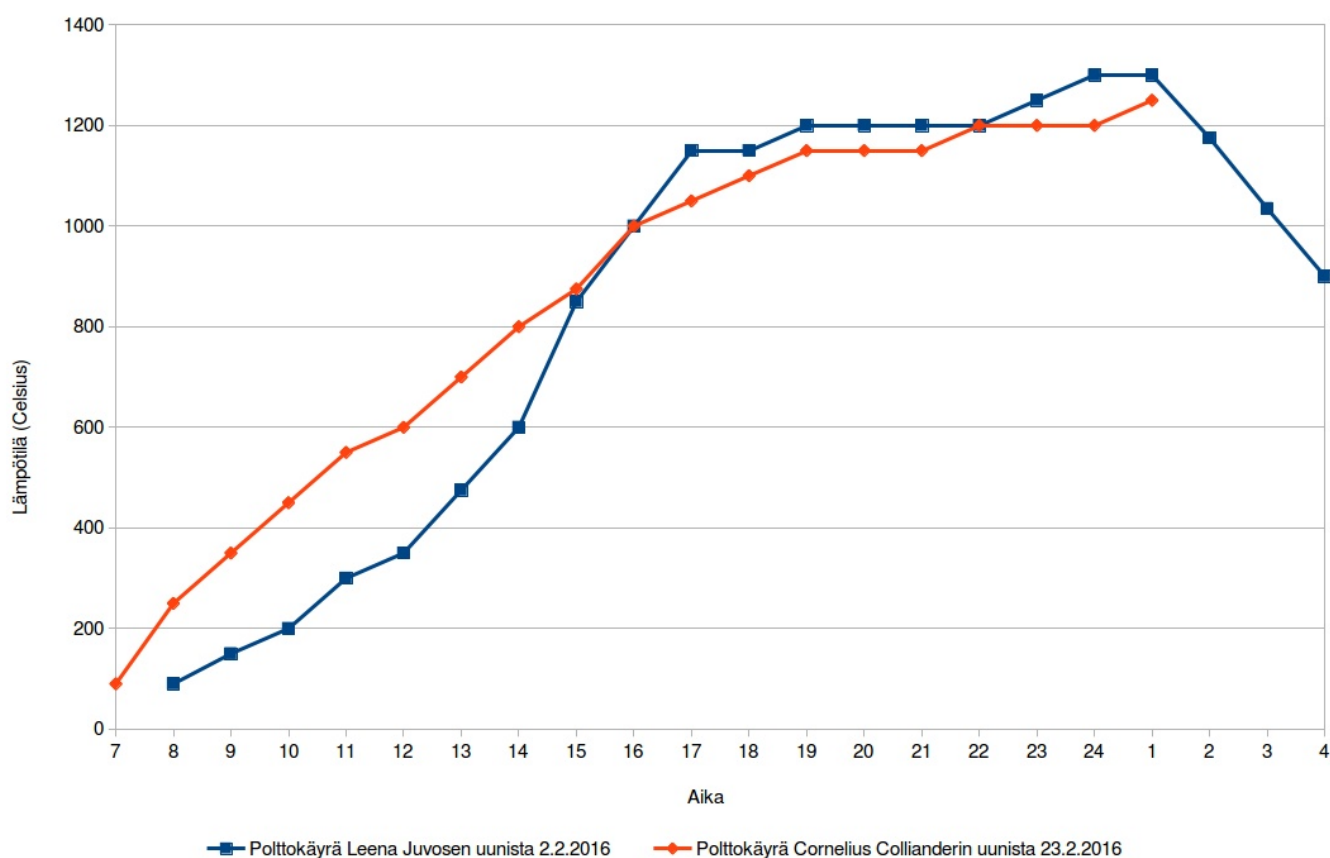
Kuva 7. Leena Juvosen veturiuuni



Kuva 8. Cornelius Collianderin pieni kammiouuni

4.2. PIENI KAMMIUUNI

Kuvassa 8 näkyy Cornelius Collianderin pieni kammiouuni. Puupoltto kesti 18 tuntia. Polttopuina oli kuivaa kuusipuuta. Poltto venyi melko pitkäksi 1050 °C jälkeen, kuten kuvasta 9 voi tulkita. Silloin myös lämpömittari lakkasi toimimasta. Uunin korkein lämpötila oli noin 1300 °C. Polton lopussa Colliander antoi hiilidioksidin palaa loppuun pellit auki. Collianderin mukaan näin uuni jäähtyy ensimmäiset parisataa astetta hyvin nopeasti ja samalla hapettuu. Toimenpiteen on tarkoitus kirkastaa lasitteita ja muuttaa rautapitoisia pintoja punaisemmiksi. Muuten se ei vaikuta massoissa tai lasitteissa pelkistykseen jättämiin jälkiin. (Colliander 2016.)



Kuva 9. Polttokäyrät Leena Juvosen uunista 2.2.2016 ja Cornelius Collianderin uunista 23.2.2016

4.3. POLTTOTULOKSET

4.3.1 PUNASAVIMASSA

Punasavimassa osoittautui todella moni-ilmeiseksi polttotavasta riippuen kuten kuvasta 10 voi nähdä. Sähköuuni massa on jäänyt hyvin vaaleaksi, eikä massasta tunnista punasavea muuten, kuin hentoina rautapilkkuna. Kaasu-uunissa massan väri antaa jo hieman viitteitä siitä, miltä sen väri saattaa näyttää puupoltossa. Väri on vaalean rusehtavan harmaa. Punasavimassan väri vaihtelee erittäin paljon. Se saattaa saada värityksekseen lysterimäisen punaruskean tai karkean siniharmaan.

Massan väri vaihtelee suuresti riippuen koe-esineen sijainnista uunista. Veturiuunissa efektit ovat voimakkaampia ja selkeämmin nähtävissä kuin pienessä kammiouunissa. Kuvan 11 keskimmäisen koepalan pinnasta näkee, että liekki on osunut siihen ja tuhka on sulanut sen pintaan. Kaikkein oikeanpuoleisin koepala on hyvin vaalean ruskea: se on ollut uunin takaosassa, jonne liekit ja tuhka eivät mahdollisesti ole yltäneet. Mitä lähempänä tulipesää koepalat ovat olleet, sitä tummemman punaruskeita niistä on tullut.

Myös kuvassa 12 punasavimassan väri vaihtelee paljon. Tummin ja lysterimäisin pinta esiintyy koepaloissa, jotka ovat olleet uunin yläosassa, jossa lämpötila on ollut kuumin. Vaaleaa siniharmaata ja punertavan ruskeaa ilmenee koepaloissa, jotka ovat olleet hieman viileämmissä kohdissa. Mielestäni nämä koepalat ovat mielenkiintoisimpia, sillä niiden pinnassa on havaittavissa eniten muutosta. Väriskaala on suurin ja minusta on kaunista, miten ne ovat vain osittain lasittuneita tuhkasta. Ne hengittävät jollain tapaa enemmän kuin kokonaan lasittunut pinta.

Punasavimassan väriskaala on kaikista koemassoistani laajin. Värit vaihtelevat ruskeasta, punaisesta ja oranssista siniharmaan eri sävyihin, kuten kuvasarjasta 1 voi nähdä. Joissain kohdin karkean siniharmaan pinnan päälle on ilmestynyt vihertäviä läikkiä, mikä muistuttaa hieman sammaleesta tai ruosteesta. Yhdessä esineessä on hyvin montaa eri sävyä. On mielenkiintoista, miten massan väri on wadding-pallojen jättämien jälkien allakin hyvin erilainen.

Yllätyin kovasti punasavimassan laajasta värimaailmasta. En odottanut, että yhdestä massasta saisi niin suuren variaation värejä. Odotin tummia harmaita ja ruskeita, joita tulikin. En kuitenkaan odottanut tuloksien olevan näin punaisia ja punasaven niin helposti tunnistettavissa.



Kuva 10. Punasavimassa sähkö-, kaasu- ja puupoltoissa vasemmalta oikealle



Kuva 11. Punasavimassasta tehdyt koepalat veturiuunissa



Kuva 12. Punasavimassasta tehdyt koepalat pienessä kammiouunissa



Kuvasarja 1. Punasavimas



4.3.2. LENTOTUHKAMASSA

Lentotuhkamassa on sähköuunissa erittäin hento kuten kuvasta 13 näkee. Sähköpoltossa pienet tuhkapisteet erotuvat vain läheltä katsottaessa ja massan väri on muuten melko valkoinen. Kaasu-uunissa tuhka on hieman alkanut ruskettaa esinettä sen alaosasta. Tuhkapisteet erottuvat hieman voimakkaammin kuin sähköpoltossa. Puupoltossa esine on hyvin lämpimän ruskea ja osittain punertavakin. Massan tuhkapisteet ovat alkaneet sulaa varsinkin niissä kohdissa, joissa tuhka ja liekki ovat osuneet esineeseen. Tuhkapisteet ovat myös levinneet hieman, tämän voi nähdä paremmin kuvasarjasta 2.

Veturiuunissa (kuva 14) liekinjälki on hyvin selkeästi nähtävissä. Veturiuunissa tuhka on jättänyt voimakkaita efektejä koepalojen pintaan. Esimerkiksi vasemmalta reunimmaisessa koepalassa on havaittavissa männyn tuhkalta tyypillinen vihreä väri. Uunin takaosassa olevissa koepaloissa ilmenee vaaleita värejä ja sävyt ovat hieman kermaisempia kuin pienessä kammiouunissa. Tuhkaa on kertynyt runsaasti esineisiin, jotka ovat olleet lähimpänä tulipesää.

Pienessä kammiouunissa kuvassa 15 liekinjälki ei ole erotettavissa kovin selkeästi. Kaikkien koepalojen huuli on pienessä kammiouunissa hieman tummempi kuin muu pinta. Koepalat ovat väriltään hieman punertavampia pienessä kammiouunissa, vaikka muuten koepalojen väriskaala on kummassakin uunissa melko sama.

Lentotuhkamassasta tehtyjen koepalojen värimaailma on hyvin lämmin, mikä näkyy kuvasarjasta 2. Värit vaihtelevat kermaisen valkoisesta ja harmaasta todella oranssiin ja punaiseen. Koepalat ovat kummassakin uunissa saaneet oranssisia sävyjä uunien kuumimmissa paikoissa – veturiuunissa tulipesän lähellä ja pienessä kammiouunissa uunin yläosassa. Massassa on selkeästi nähtävissä lentotuhkan pienet pisteet. Pinta muistuttaa hieman jonkin linnun munaa. Polttopuista lähtöisin oleva vihreä tuhka kerääntyy kauniisti massan pinnalle ja vastavärit luovat hienon kontrastin.

Massa ei vastannut värimaailmaltaan yhtään odottamaani vihertävää. Intensiiviset punaiset ja oranssin sävyt kuitenkin yllättivät minut positiivisesti.



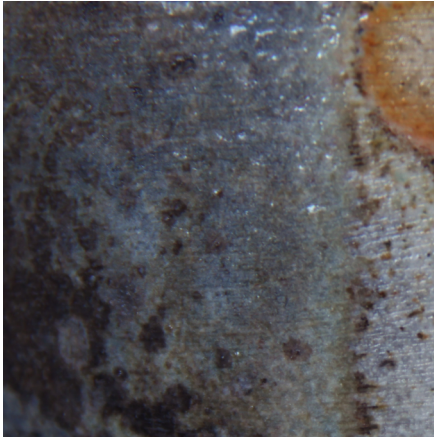
Kuva 13. Lentotuhkamassa sähkö-, kaasu- ja puupoltoissa vasemmalta oikealle



Kuva 14. Lentotuhkamassasta tehdyt koepalat veturiuunissa



Kuva 15. Lentotuhkamassasta tehdyt koepalat pienessä kammiouunissa





4.3.3. KUUSENNEULATUHKAMASSA

Kuusenneulatuhkamassa on lähes samanlainen sähkö- ja kaasupoltossa, kuten kuvasta 16 voi nähdä. Kaasupoltossa massa on hieman valkoisempi. Massassa näkyy muutama musta piste tuhkasta. Isoimmat tuhkahiutaleet ovat palaneet pois jättäen pintaan kauniin kuvion, joka on paikoittain erotettavissa. Kuvio erottuu kuitenkin paremmin puupoltetuissa esineissä, joita tuhka on lasittanut. Puupoltetussa massassa näkyy myös mustia pilkkuja neulasista. Massassa esiintyy hyvin hentoja vaalean punaisia ja oransseja sävyjä.

Kuvassa 17 veturiuunissa koepalojen intensiivisimmät sävyt ovat kirkkaan oransseja, kun taas pienessä kammiouunissa, kuten kuvasta 18 voi tulkita, värit ovat hieman punaisempia. Tämä johtunee Collianderin suorittamasta loppupoltosta, jonka on ollut tarkoitus tehdä rautapitoisista väreistä punaisempia (Colliander 2016). Muuten kuusenneulatuhkamassasta tehdyissä koepaloissa ei ole havaittavissa suurempia eroja eri uunien välillä. Vähiten voimakkaita efektejä on muodostunut koepaloihin, jotka olivat uunin kylmemmissä kohdissa – veturiuunin takaosassa ja pienen kammiouunin alaosassa.

Kuusenneulatuhkamassa on mielestäni hyvin posliinimainen. Kuusenneulatuhkaa ei erota kovinkaan voimakkaasti, muuten, kuin hyvin läheltä katsottuna. Kuusenneulatuhkan joukossa oli myös hieman isompia neulasten palasia ja suuremmat palaset ovat sulaneet helmiksi massan pintaan, mikä näkyy kuvasarjasta 3. Tämä on mielestäni hyvin mielenkiintoinen ja odottamaton yksityiskohta. En myöskään osannut odottaa, että massan pintaan jäävät isommat tuhkan palaset palaisivat pois ja jättäisivät hennon neulasmaisen kuvion esineiden pintaan. Pintakuvio tulee vielä paremmin esille niissä koepaloissa, joita tuhka on lasittanut.

Kuusenneulatuhka ei ollut niin sulattava kuin olin odottanut ja massan pinta on melko kuiva. Massassa olisi voinut olla esimerkiksi maasälpää tai enemmän tuhkaa. Voisi myös olla mielenkiintoista painella massan pintaan kokonaisia kuusenneulasia ja katsoa, tarttuisiko lasite vielä paremmin sen pintaan, jos neulaskuvio olisi isompi.



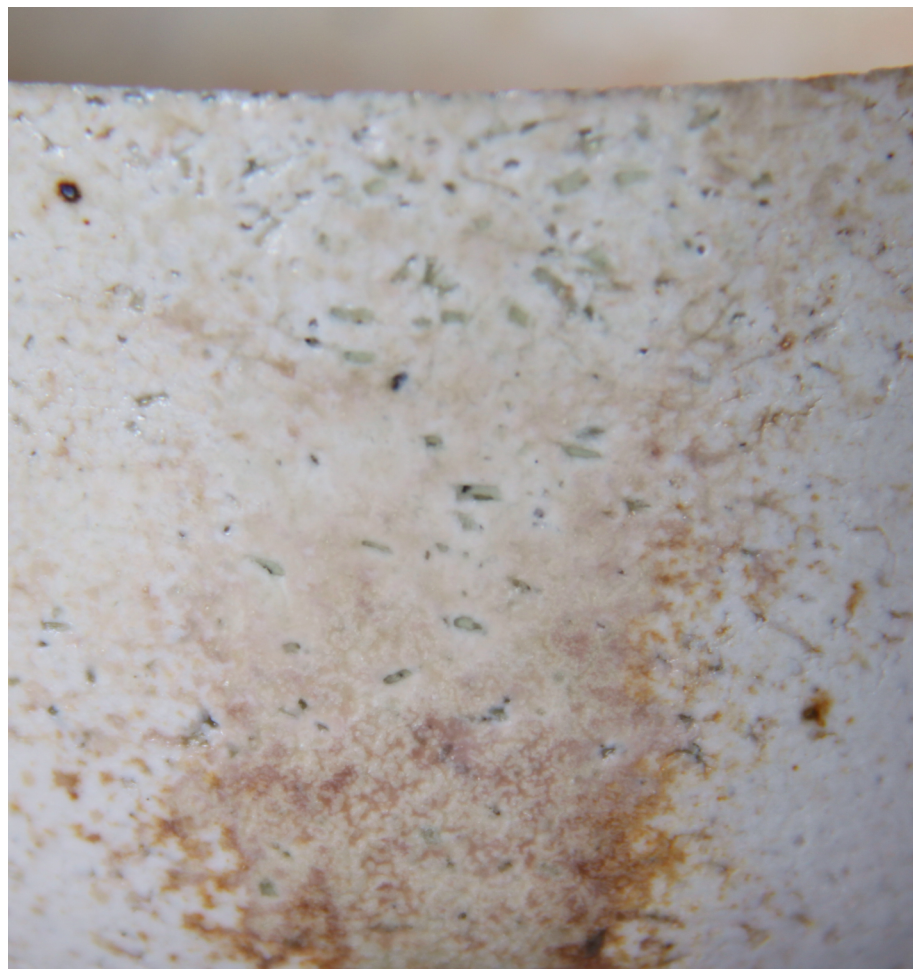
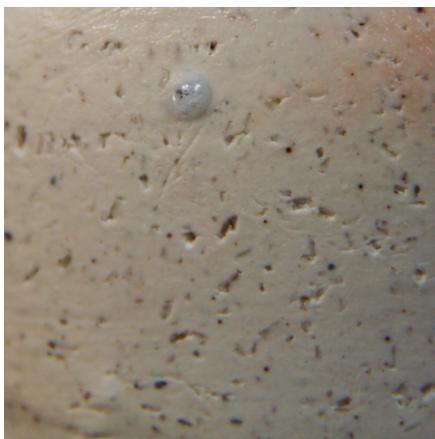
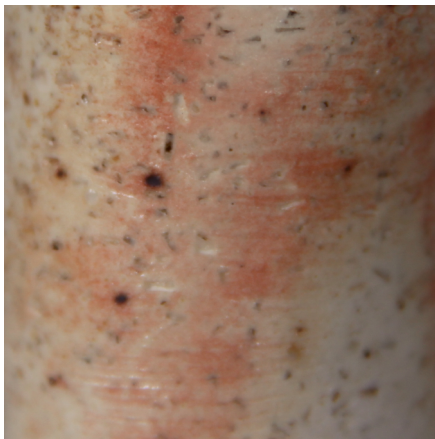
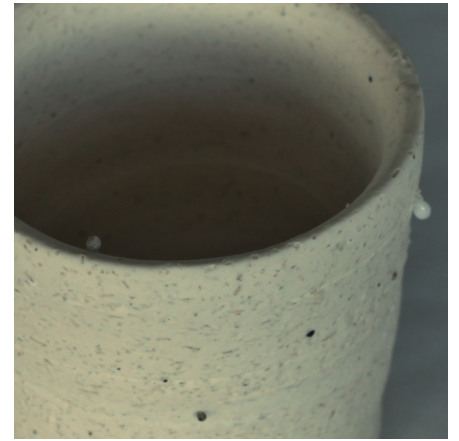
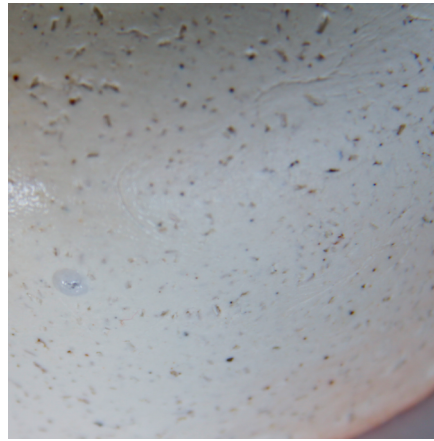
Kuva 16. Kuusenneulatuhkamassa sähkö-, kaasu- ja puupoltoissa vasemmalta oikealle

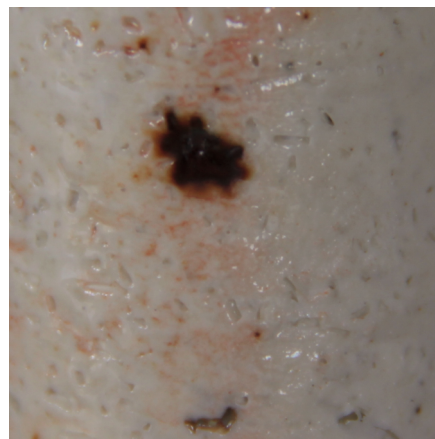
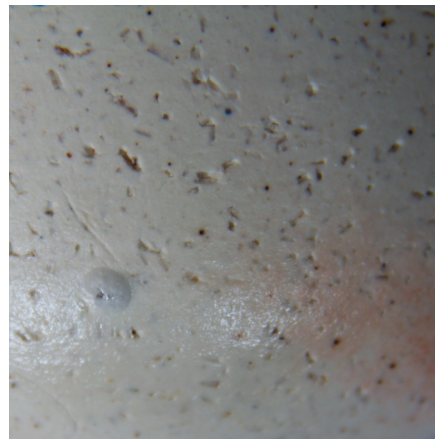
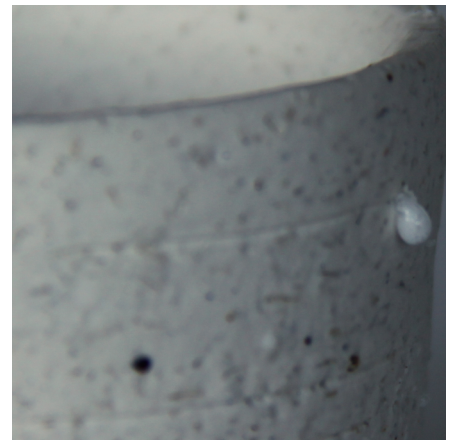


Kuva 17. Kuusenneulatuhkamassasta tehdyt koepalat veturiuunissa



Kuva 18. Kuusenneulatuhkamassasta tehdyt koepalat pienessä kammiouunissa





4.3.4. VUOLUKIVIMASSA

Sähköuunissa vuolukivimassa näkyy pieniä pisteitä vuolukivijauheesta (kuva 19). Massan väri on ruskeampi, kuin kaasupoltossa, jossa massan väri on hieman sinertävä. Kaasupoltossa pisteet ovat hieman isompia, kenties vuolukivi on alkanut sulaa hieman? Puupoltossa vuolukivipisteet ovat levinneet huomattavasti. Massa ja pisteet ovat muuttuneet ruskeaksi ikään kuin massa olisi palanut.

Veturiuunissa vuolukivimassasta tehtyjen koepalojen väriskaala on melko laaja, kuten kuva 20 kertoo. Värejä on hyvin vaalean harmaasta tumman ruskeaan ja melkein viininpunaiseen. Polttopuista peräisin oleva tuhka on sulanut kauniisti koepalojen pintaan varsinkin koepaloihin, jotka olivat lähellä tulipesää. Vihreäksi sulanut tuhka luo kaunista kontrastia lämpimän ruskeaan.

Pienessä kammiouunissa vuolukivimassasta tehdyissä koepaloissa on havaittavissa hyvin hentoja väri variaatiota (kuva 21). Värit vaihtelevat vaaleasta siniharmaasta ja vihreänharmaasta lämpimään ja kylmään ruskeaan. Massa näyttää vihreänsävyisemmältä kuin veturiuunissa.

Vuolukivipisteet näkyvät kauniisti. On mielenkiintoista, miten ne ovat kuumimmissa kohdissa paikoittain levinneet tummemmiksi alueiksi, minkä voi nähdä kuvasarjasta 4.

Vuolukivimassa on hyvin harmaa ja mielestäni vuolukivi erottuu raaka-aineena, vaikka odottamiani vuolukivelle tyypillisiä kuvioita ja raitoja ei esiinnykään.



Kuva 19. Vuolukivimassa sähkö-, kaasu- ja puupoltossa vasemmalta oikealle



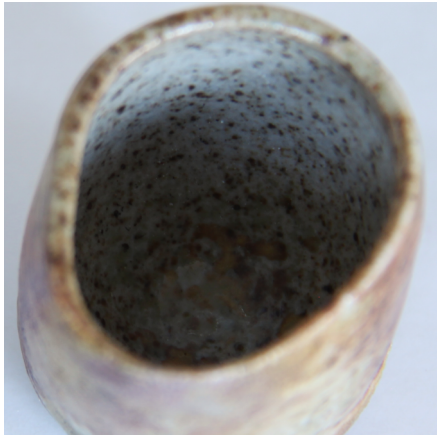
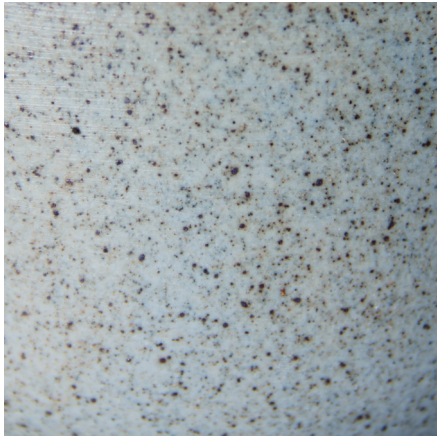
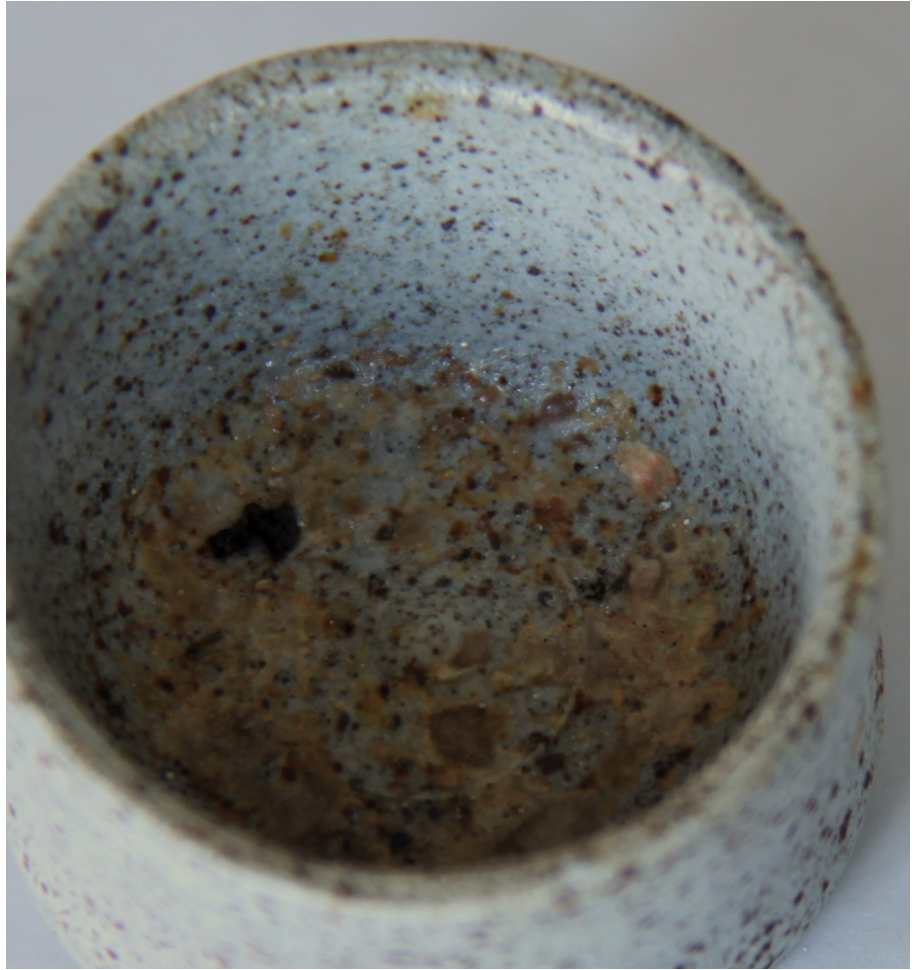
Kuva 20. Vuolukivimassasta tehdyt koepalat veturiuunissa



Kuva 21. Vuolukivimassasta tehdyt koepalat pienessä kammiouunissa



Kuvasarja 4. Vuolukivimas



4.3.5. FLOGOPIITTIMASSA

Flogopiittimassa on sähköpolton jäljiltä hennon harmaa, kuten kuvasta 22 näkee. Pinta on sintraantunut liikaa ja se on alkanut kuplia hieman, jonka johdosta pinta näyttää karhealle. Kaasupoltossa massan väri on hieman tummemman harmaa. Pinta kiiltelee hieman, mikä viittaisi siihen, että lämpötila on sille hieman liian kuuma. Puupoltossa se on saanut osittain lämpimän vaalean ruskean värin. Sisältä esine on saman harmaa kuin kaasupoltettu massa.

Veturiuunissa, kuvassa 23, flogopiitti 1-massan värit vaihtelevat vaalean vihertävästä harmaasta lämpimän ruskeaan. Oikeanpuolisin koepala on ollut uunin alaosassa piipun lähellä, jossa lämpötila on ollut kylmin ja koepala on siksi jäänyt hieman alipolttoiseksi.

Pienessä kammiouunissa, kuvassa 24, flogopiitti 3-massassa on paljon eri hentoja värisävyjä; harmaan sinisestä, harmaan vihreään ja harmaan vaaleanpunaiseen sekä lämpimään ruskeaan. Koepalat näyttävät siltä, kuin ne olisivat osittain kevyesti lasitettuja. Massa on hyvin moni-ilmeinen riippumatta siitä missä kohtaa uunia koepalat ovat olleet.

Ruskeita ja harmaita värejä esiintyy niin niissä koepaloissa, jotka ovat olleet uunin ylä-, kuin alaosassakin. Mielestäni flogopiittimassoissa on hyvin paljon kauniita yksityiskohtia. Toivomani kultanhohto mielestäni jollain tapaa toteutuu lämpimän ruskean muodossa, koska lämmin ruskea on melko läpikuultava ja se antaa kultanhohtoisen vaikutelman. Massassa on paljon hentoja sävyeroja, kuten kuvasarjasta 5 voi nähdä.



Kuva 22. Flogopiitti 3-massa sähkö-, kaasu- ja puupoltossa vasemmalta oikealle



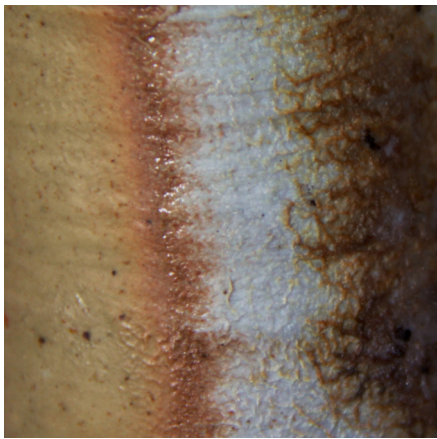
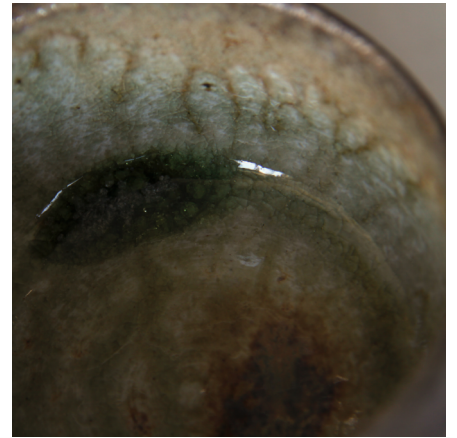
Kuva 23. Flogopiitti 1-massasta tehtyt koepalat veturiuunissa



Kuva 24. Flogopiitti 3-massasta tehtyt koepalat pienessä kammiouunissa



Kuvasarja 5. Flogopiittimas



5. JOHTOPÄÄTELMÄT

Opinnäytetyötä on ollut hyvin mielenkiintoista tehdä. Uskon, että jollain tapaa sitä tehdessäni olen onnistunut käyttämään kaikkea tähän asti oppimaani hyväksi. Olen myös oppinut hyvin paljon puupolton tärkeistä elementeistä, kuten eri polttopuiden ominaisuuksista. Myös uunin toimintaperiaate on auennut minulle selkeämmin. Tuntuu siltä kuin tosiaan olisin askeleen lähempänä oman puu-uunini saamista, mikä olikin yksi motivaatio opinnäytteen aiheita valitessani. Olen sisäistänyt myös valtavasti massoista perustiedosta lähtien, mikä tuntui ennen opinnäytteen tekemistä minulta uupuneen. Minusta se, että ymmärtää mistä massa koostuu ja miksi näin on, on keraamikolle tärkein asia, vaikka päättäisikin käyttää valmiita massoja.

Punasavimassa on ainoa, jota voisin jo käyttää sellaisenaan. Massa on hyvin plastinen ja vahva ja sopisikin moneen eri käyttötarkoitukseen. Massa toimii kauniisti myös kaasuuunissa, vaikka on väriltään omaan makuuni hieman liian kylmä ja harmaa. Olisi mielenkiintoista selvittää, missä tilanteissa karheaa siniharmaata pintaa syntyy, se kiinnostaa minua erityisesti.

Muilla massoilla on mielestäni potentiaalia, mutta ne kaipaavat vielä muokkausta. Lentotuhkamassaan lisäisin sulattajia, joko lisää tuhkaa tai maasälpää, sillä massan pinta oli hyvin kuiva. Pallosavi saattaisi tehdä sille myös hyvää ja vähentää sen veteen liukenemista. Uskon, että kvartsin määrää voisi pienentää sulattajien ja pallosaven määrän kasvattamiseksi. Toisaalta lentotuhkamassa saattaisi toimia jonkin lasitteen (esimerkiksi tuhkalasitteen) kanssa oikein hyvin, eikä kuiva pinta haittaisi. Kokeilin sekoittaa punasavimassaa ja lentotuhkamassaa ja poltin sekoitemassan kaasuuunissa. Massassa näkyi punasavi- ja lentotuhkapisteitä ja massa oli väriltään vaalean oranssi. Olisi mielenkiintoista kokeilla, miten tämä sekoitemassa käyttäytyisi puuuunissa.

Kuusenneulatuhkamassaan lisäisin myös sulattajia ja mahdollisesti myös pallosavea. Koska kuusenneulatuhka tekee massan pinnasta melko epätasaisen, yrittäisin korostaa ilmiötä enemmän esimerkiksi painamalla sen pintaan kuusenneulatuhkaa tai kuusenneulasia. Pidän massan melko voimakkaasta kontrastista kermaisen valkoisen ja oranssin punaisten värien kesken. Myös vaaleanpunaiset välisävyt ovat hyvin kauniita.

Vuolukivimassa on kestävä ja mielestäni tarpeeksi plastinen. Pidän siitä, miten se kerää itseensä tuhkaa veturiuunissa, mutta sähkö-, kaasuu- ja pienessä kammiouunissa tulokset olivat hieman tylsiä. Massaan voisi kokeilla lisätä jotain aivan erilaista tai vaikkapa kokeilla sekoittaa sitä johonkin toiseen massaan.

Jokin flogopiittimassassa kiinnostaa minua erityisesti. Kenties syy mielenkiintooni ovat hennot väri variaatiot, jotka erottuvat vasta, kun koepalaa on pitänyt kädessään pidemmän aikaa. Koepalojen pinta on myös hyvin miellyttävän tuntuinen, ehkäpä kaikista massoista miellyttävin kädessä pideltävä. Flogopiittimassa on kuitenkin melko tylsä sähkö- ja kaasuuunissa, joten siitä olisi hyvä saada vielä hieman vahvempi massa, ennen kuin sen käyttöä voi jatkaa puupoltoissa.

LÄHTEET

Kirjallisuus

Jylhä-Vuorio, Heikki 2003 : Keramiikan materiaalit. Painotyö Kirjakas Ky. Nurmijärvi.
Kusakabe, Masakazu & **Lancet**, Mark 2005 : Japanese Wood-Fired Ceramics. Kp books. Iola.
Lou, Nils 1998 : The Art Of Firing. A & C Black (Publishers) Limited. London
Rogers, Phil 1991 : Ash Glazes. Chilton Book Company. Radnor, Pennsylvania.
Tichane, Robert 1990 : Clay Bodies. The New York Glaze Institute. New York.
Troy, Jack. 1995 : Wood-Fired Stoneware and Porcelain. Chilton Book Company. Radnor, Pennsylvania.

Internet lähteet

Hortling, Airi 2008. Kiinalainen Chun ja häränverilasite -materiaalitutkimus
<http://www.airihortling.fi/Chun%20lasite.pdf>, luettu 18.1.2016

Tietokoneohjelma

Insight, Glaze Chemistry Software, Digitalfire

Henkilökohtainen tiedonanto

Colliander, Cornelius 2016. Keraamikko. 21.2.2016
Pelkonen, Tomi 2016. Harjoitusmestari. Keramiikka- ja lasitaide. Aalto-yliopisto. 2.12.2015.
19.1.2016

Sähköpostit

Colliander, Cornelius 2016. Sähköpostihaastattelu, vastaus lähetetty 26.2.2016
Juvonen, Leena 2016. Sähköpostihaastattelu, vastaus lähetetty 6.4.2016

Kuvalähteet

Kuva 1 Levin, Simon. Celestial Bowl.
<http://simonlevin.com/sites/woodfire.com/files/bank/2003/Celestial%20bowl.jpg>, tallennettu
15.4.2016
Kuva 2 Levin, Simon. Postcard Bowls.
<http://simonlevin.com/sites/woodfire.com/files/bank/2003/postcard%20bowls.jpg>, tallennettu
15.4.2016
Kuva 3 Levin, Simon. Cheerio Halo.
<http://simonlevin.com/sites/woodfire.com/files/bank/2010/Cheerio%20Halo.jpg>,
tallennettu 15.4.2016
Kuva 4 Troy, Jack. Porcelain Teabowl.

http://www.studiopottery.co.uk/images/stories/troy_j/Jack_Troy_tb4.jpg, tallennettu 15.4.2016

Kuva 5 Troy, Jack. http://www.studiopottery.co.uk/images/stories/troy_j/JackTroy01.jpg, tallennettu 15.4.2016

Kuva 6 Troy, Jack 2012. Stoneware Jar. <http://www.jacktroy.net/lightbox/images/12/Stoneware-Jar-22.jpg>, tallennettu 15.4.2016

Kuva 7 Juvonen, Leena. Kiln.

http://www.leenajuvonen.com/uploads/2/6/1/0/26101979/8572928_orig.jpg, tallennettu 15.4.2016

Kuva 8 Ruus-Prato, Riina. Cornelius Collianderin pieni kammiouuni 21.2.2016. 2016

Kuva 9 Polttokäyrät Leena Juvosen uunista 2.2.2016 ja Cornelius Collianderin uunista 23.2.2016

Kuvat 10-24 sekä **kuvasarjat 1-5** ovat kuvia opinnäytetyöni produktio-osasta. Kuvat: Federico Prato ja Riina Ruus-Prato 2016